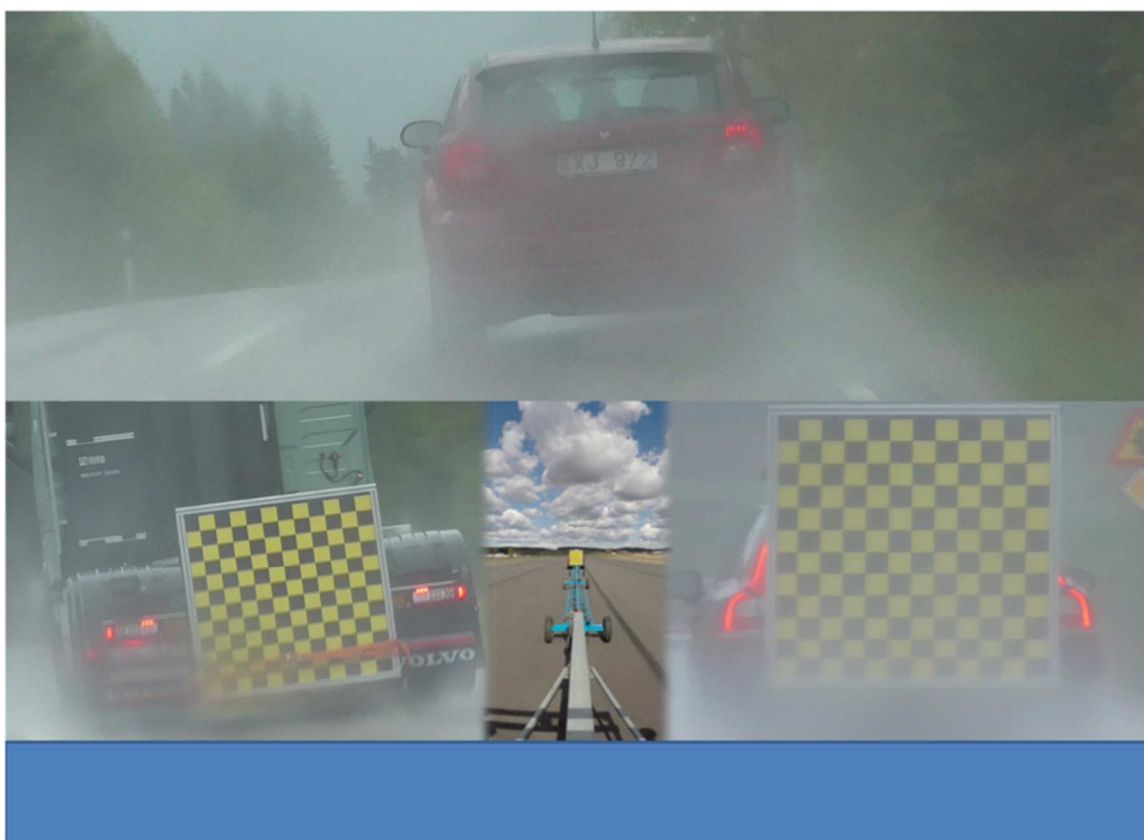


SPRAY 1

En förstudie avseende utveckla provmetoder samt testutrustning för fordons-sensorteknik, som befinner sig under påverkan av regn och dimma för Aktiva säkerhets och automatiserade fordons funktioner.



Författare: Mikael Blomqvist, David Sturk & Jan-Erik Källhammer

Datum: 31 augusti

Delprogram: Fordons- och trafiksäkerhet

Innehåll

1	Sammanfattning.....	3
2	Bakgrund	3
3	Syfte.....	4
4	Genomförande.....	5
4.1	Inledande arbete	5
4.2	Provning.....	6
5	Resultat	9
5.1	Inledande arbete	9
5.2	Provning.....	11
5.3	Bidrag till FFI-mål	14
6	Spridning och publicering.....	15
6.1	Kunskaps- och resultatspridning.....	15
6.2	Publikationer.....	15
7	Slutsatser och fortsatt forskning.....	16
7.1	Slutsatser	16
7.2	Fortsatt forskning	17
8	Deltagande parter och kontaktpersoner.....	18
8.1	Projektledning.....	18

1 Sammanfattning

För att uppnå nollvisionen behövs aktiv säkerhet, men befintliga sensor- och kamerasytem påverkas kraftigt negativt av sämre väderleksförhållanden såsom regn, dimma och snörök. Genom FFI-projektet SPRAY 1 har AstaZero och Autoliv utforskat förutsättningar för nya provmetoder med syfte att utveckla och validera nästa generations aktiva säkerhetssystem så att deras detektionsalgoritmer ska klara hantera sämre väder.

Att kunna erbjuda unika provningsmöjligheter för aktiv säkerhet är en styrka hos provningsanläggningen AstaZero i konkurrensen med de fåtal liknande anläggningar som finns i världen. I linje med detta kommer förutsättningar för provning av "Vision Enhancement in Inclement Weather" bli ett ytterligare unikt tillskott för svensk fordonsindustri. Autoliv har med sin världsledande forskning på fordonssäkerhet byggt upp stor expertis kring aktiv säkerhet, sensorer, kameror och algoritmer under de senaste två decennierna. Tillsammans ämnar dessa aktörer att lägga grunden för ett större FFI-projekt – SPRAY 2 – med nyckelpartners från både fordonsindustrin och annan industri samt universitet för att samla kompetens, innovationskraft och bredd. Med SPRAY 2 förväntas ny unik väderprovning för aktiv säkerhet att förverkligas. Förstudien SPRAY 1 lägger grunden för detta genom omvärldsanalys med studiebesök och dialog med intressenter, samt grundläggande provmetodsutveckling med siktet mot repeterbar realtidsprovning i regn och vattendimma på både trafikerade vägar och provbanor hos AstaZero och Autoliv.

2 Bakgrund

Med den snabba tekniska utvecklingen har antalet potentiella aktiva säkerhetsfunktioner ökat explosionsartat. För att kunna utveckla och verifiera dessa funktioner hela vägen fram till väderoberoende produktionsfärdiga lösningar på bästa möjliga sätt krävs en stor mängd nya metoder och testsystem.

I frågan dessa typer av produkter för aktiv säkerhet så befinner sig branschen idag där passiv säkerhetsforskning var kring början av 70-talet. Det är tydligt att den som först forskar fram provmetoder och testsystem som behövs för att utveckla och validera nästa generations aktiva säkerhetssystem får en stor konkurrensfördel. Ändamålet med aktiv säkerhet och avancerade förarassistanssystem (ADAS) är ju att kunna uppfatta miljön som fordonet färdas i och ge stöd till fordonets förare. I dagsläget begränsas ADAS system till bättre väder samtidigt som framtidsvisionen är att sådana avancerade säkerhetssystem ska kunna ge föraren support under alla sorters väderförhållanden.

Det är därtill ett stort bekymmer att genomföra provning av aktiva systems påverkan av sämre väder eftersom förekomsten av regn, dimma, snö och smog inte går att helt förutse då man är begränsad till naturalistiska studier. Sedan varierar intensiteten av regn och snö

mellan olika tillfällen och geografiska platser. Likaså varierar tätheten av dimma och smog. För att kraftigt sänka kostnaderna för provning av aktiv säkerhetsutrustning i sämre väder krävs miljöer där vädret skapas artificiellt på ett kontrollerat sätt så att repeterbarheten garanteras och som ger full frihet att effektivt planera och genomföra sådana prov. Exempel på sådan miljö kan vara en väderkammare, vindtunnel eller annan typ av inomhusmiljö, men dessa anläggningar är få och sällan anpassade för fullstora fordon som kör i höga hastigheter. När man därtill vill undersöka hur två eller flera fordon påverkar varandra så saknas fullgoda provningsmiljöer. Såsom tidigare nämnt så ämnar förstudien SPRAY 1 att utvärdera förutsättningar för att skapa sådana miljöer hos AstaZero och studera grundläggande provningsvillkor samt samla expertis av höjd och bredd inför det fördjupande FFI-projektet SPRAY 2 som ska utformas och ansökas till hösten 2015.

3 Syfte

Spray1 syftar till att kartlägga förutsättningarna att testa och verifiera predikterande och varnande sensorteknik och detektionsalgoritmer under påverkan av regn, dimma och snö.

För detta kommer behövas kontrollerade provningsmiljöer där parametrar för väder kan styras så att repeterbarhet garanteras. Det kan förväntas att all expertis för att uppnå detta inte samlas inom enbart fordonsindustrin. Generera homogen dimma, regn, snö, och smog samt förutsättningar såsom stabil provningstemperatur och verklighetstrogna ljusförhållande är troligen områden där man kan dra nytta av erfarenheter som återfinns i andra branscher. Därför bidrar studiebesök hos aktörer som tillverkare av snökanoner och växthus, och även forskningsområden skilda från traditionell fordonsindustri, till att komplettera de styrkor som finns inom svensk fordonsindustri. Således är det ett syfte hos förstudien SPRAY 1 att skapa ett nätverk som breddar sig utöver den traditionella fordonsindustrin.

Scenarier där aktiva system kan påverkas negativt av sämre väder kartläggs och detta ligger till grund för bedömning av huruvida en provningsmetod och provningsförhållanden ska utgå från stillastående eller förflyttande fordon. De två alternativen kommer avgöra storleken på de faciliteter som kommer behövas för att genomföra realistisk och kostnadseffektiv väderprovning av produkter för aktiv säkerhet.

4 Genomförande

4.1 Inledande arbete

Som inledande arbete genomfördes en omvärldsanalys, en översyn av relevanta provningsförhållanden och studiebesök hos aktörer med verksamhet som bedömdes kunna tillföra kompletterande kunskap samt utgöra eventuella partners i SPRAY 2.

4.1.1 Omvärldsanalys

För att klarlägga vilka behov som redan nu kan identifieras bland befintlig teknik och fordonstillverkare kartlades vilka sensortyper som finns idag och hur de fungerar generellt respektive hur de fungerar i sämre väder. Därtill identifierades några exempel på scenarier då dagens sensorer och algoritmer kommer till korta vid sämre väderförutsättningar

4.1.2 Provningsförhållanden

Repeterbarhet, ekonomi och säkerhet är de nyckelparametrar som ska styra provmetodsutvecklingen inom SPRAY.

Såsom brukligt är vid trafikrelaterad provmetodsutveckling där hög repeterbarhet ska uppnås behöver trafikscenarior utforskas och relevanta parametrar identifieras för att återskapa miljön genom provningsmetoder. Därför behövs provtagning i trafiken vilket kan utföras med moderna fordon som har adaptiv farthållare (ACC) så att stabilt avstånd till framförvarande fordon bibehålls. Ekonomi eftersträvas genom att utgå från färdiga produkter som kompletteras med egna konstruktioner. Säkerhet åstadkoms genom FMEA arbete så att man genom en riskanalys klarlägger utmaningar, möjligheter och metoder som bör undvikas.

Projektet SPRAY 1 har varit begränsat till provning i naturligt regn då detta är det grundläggande första steget på vägen mot en kontrollerad provningsmiljö vilket är huvudsyftet med SPRAY-projekten. Endast blöt vägbana med/utan regn har provats till följd av att vintersäsongen varit mild 2015. Därtill har siktkvalitén mellan fordon under test ("Subject Vehicle", SV-CAR) och annat fordon som man interagerar med ("Principal Other Vehicle", POV-CAR/TRUCK) utforskats enbart i det visuella spektret med vanliga kameror. LIDAR, Radar och IR-kameror har således inte testats i SPRAY 1.

4.1.3 Studiebesök

Med målet att utvidga SPRAY-nätverket genomfördes dialog och studiebesök med sex parter utanför SPRAY 1. Dessa parter var:

- Fordonstillverkare

- Volvo Trucks – Möte på Lindholmen med representanter från Volvo Trucks
 - Kontaktperson: Anna Wrige Berling, anna.wrige@volvo.com, 031-3224665
- Volvo Bus – Möte i Torslanda med representanter från Volvo Bus
 - Kontaktperson: Jonas Kjellen, jonas.kjellen@volvo.com, 031-32222214
- Volvo Cars – Möte i Torslanda med representanter från Volvo Cars
 - Kontaktperson: Kristian Adziewski kristian.adziewski@volvocars.com
- Universitet/Högskola
 - MittUniversitetet – Studiebesök i Östersund på Sports Tech Research Center
 - Kontaktperson: Mats Ainegren, 063-165372.
- SME företag
 - Trädgårdsteknik – Studiebesök i Ängelholm för presentation av deras tält och utrustning
 - Kontaktperson: Patric Torle, torle@tradgardsteknik.se, 0431-22290
- Övriga företag
 - SUFAG – Studiebesök i Östersund hos denna tillverkare av snökanoner
 - Kontaktperson: Rolf Härén, rolf.haren@mnd-group.com, 063-577751

4.2 Provning

4.2.1 Utvalda Provmeter

I linje med denna övergripande strategi identifierades i SPRAY 1 en strategi där utvärdering av trafiksituationer i dåligt väder utmynnade i en matris med tre övergripande provserier.

Tabell 1 Provningsmatris över de provmetoder som utvaldes i SPRAY 1. Provserie A är referensprovningsen som utfördes på landsväg, både i trafik och inne på AstaZeros provningsområde.

SPRAY1	Subject Vehicle (Bakomvarande)		Principal Other Vehicle (Framförvarande)		Ansvarig	
	CAR & TRAILER	CAR	TRUCK & SIM	Provgenom-förande och datainsamling	Konstruktion av mockups	
Prov A [Ref.]	SV-CAR	POV- CAR	POV-TRUCK	AstaZero	-	
Prov B	SV-Trailer	POV- CAR	POV- TRUCK	Vårg. flygfält	ALR	
Prov C1	SV- CAR	-	POV-Sim	AstaZero	ALR	
Prov C2	SV-Trailer	-	POV-Sim	AstaZero	ALR	

Provserie A nyttjade en SV-CAR med ACC som följde en POV-CAR/TRUCK, medan utförandet i Provserie B utgick från ett POV varefter en SV-Trailer kopplats. Denna SV-

Trailer utrustades med infästningar för provningsutrustning – 5 meter från vagnens dragpunkt – på sådana höjder som matchade motsvarande utrustnings placering på en Volvo V60. För att kunna variera avståndet mellan POV-CAR/TRUCK och SV-Trailer konstruerades tre distansvagnar på vardera 6 meter, vilket därmed gav upp till avstånden 5/11/17/23 meter mellan POV och SV-Trailer.

I Provserie C planerades att en framförvarande bil skulle utrustas med ett maskineri bakom fordonet som skulle skapa sådana luftvirvlar och vattenspray som kommer från en POV-TRUCK. Av denna anledning döptes det framförvarande fordonet till POV-Sim(ulation).

4.2.2 Konstruktion

Till Provserie A konstruerades en ”Gridmodul” med ett svart-gult kontrastmönster likt ett schackbräde med rutor på 10x10 cm. Gridmodulen monterades bakpå POV-CAR respektive -TRUCK för att kunna filmas från SV-CAR respektive -Trailer.



Figur 1 Gridmodulen monterad på AstaZeros Volvo V70. Skärmen sitter på dragkroken och en adapter möjliggör att SV-Trailer också kopplas till dragkroken.

För Provserie B modifierades en vagn för att agera SV-Trailer samt tre distansvagnar à 6 meter byggdes (Figur 2).



Figur 2 På SV-Trailer konstruerades hållare för kameror och sensorer för provning. De tre distansvagnarna gav möjlighet att filma gridmodulen med stabilt och exakt avstånd på 5/11/17/23 meter mellan POV och SV-Trailern

För att konstruera regnspraysimulatoren till Provserie C behövdes mer data än vad som genom SPRAY 1 förstudien visade sig möjligt att insamla. Därför gjordes valet att låta det provningsförberedande arbetet i förstudien fokusera på Provserie A och B.

4.2.3 Provgenomförande

Innan Provserie A utfördes videofilmningar i vanlig trafik med hjälp av ACC– Provserie 0. Hastigheterna som dokumenterades var 50/70/85/110 km/h för personbilar och 90 km/h för lastbilar. Tidsavståndet mellan fordonen var 1 sekund. Detta gjordes i syfte att kunna göra en visuell jämförelse mellan de filmer som skulle genereras under provningen på AstaZero och Vårgårda flygfält. För detta användes en videokamera av modellen Panasonic HC-V250.

Provserie A genomfördes på AstaZeros landsvägsbana med hjälp av ACC och en videokamera som filmade POV-CAR/TRUCK genom vindrutan på SV-CAR. Hastigheterna som dokumenterades var 50/70/90 km/h för både personbilar och lastbilar. Tidsavståndet mellan fordonen var 1 sekund. Panasonickameran användes även här.

Provserie B kördes dels på Vårgårda flygfält och dels på AstaZeros höghastighetsyta. Dessa prover filmades med GoPro kameror – en vanlig GoPro 4 och en GoPro 2 med originalobjektivet utbytt mot ett som zoomade in mer och därför gav snävare FoV. Filmningen på Vårgårda flygfält inriktades på att studera hur avståndet mellan SV-Trailer och POV-CAR påverkade kontrastförändringen på Gridmodulen orsakat av vattenspray från POV-CAR vid 70 km/h. De tre distansvagnarna användes för avstånden 11/17/23 meter. Filmningen på AstaZeros höghastighetsyta inriktades på att jämföra skillnaderna i sikt vid 50/70/90 km/h hastighet då SV-Trailer låg alldeles bakom POV-CAR, dvs 5 meter.

Proverier C genomfördes inte eftersom det inte fanns möjlighet i SPRAY 1 att förverkliga POV-Sim till följd av att den torra våren förskjutit tidsplanen som medförde att den provmiljö som POV-Sim skulle skapa inte hade ett tillräckligt data som valideringsunderlag.

5 Resultat

5.1 Inledande arbete

5.1.1 Omvärldsanalys

ADAS och med olika grader av automatiserad körning behöver tillförlitlig information om det egna fordonets omgivning. I dagens läge utgörs dessa sensorer av främst kameror (som verkar inom det synliga våglängdsområdet) och radarsystem inom 24 och 77 GHz området. I begränsad mån används även LIDAR system och olika typer av infraröda kameror. Samtliga dessa sensorers prestanda påverkas av atmosfärens beskaffenhet såsom tex vattendroppar och snö. Degraderingen i sensorprestanda är ofta våglängdsberoende, där de optiska sensorerna drabbas hårdare. Man kan dock inte enbart förlita sig helt på radarsystem, bl.a. beroende på dessas begränsade laterala upplösning. Sedan påverkas även radarsystemen av t.ex. uppbyggnad av en vattenfilm, eller snö på radardomen. Samtliga av dessa system behöver därför kunna provas under olika väderförhållanden.

5.1.2 Provningsförhållanden

Ett av projektet främsta incitament är att väderberoende provning är otillförlitlig och dyr. Man behöver kunna utvärdera sensorer och algoritmer under alla förekommande miljöer och vädertyper. Detta innebär idag inte bara prov på olika geografiska platser, utan även vid olika tillfällen på året. Trots detta vet man ändå inte om man lyckats fånga de dimensionerande vädertyperna, eller om otrevliga överraskningar inträffar efter det att fordonet gått in i produktion. Genomgående under SPRAY 1 gjorde detta faktum sig påmint eftersom ett absolut schemalagt provningstillfälle inte kunde planeras tidigare än ett par dagar i förväg. Även då, med färsk väderleksrapport, hände det vid flertal tillfällen att provningen fick ställas in till följd av att det utlovade regnet uteblev, var för fattigt, eller föll i skurar som var svåra att tajma. Detta ledde till att SPRAY 1 kontinuerligt drabbades av förseningar under våren 2015. Dessa förseningar omintetgjorde delar av projektets ursprungliga intentioner av djupare analys där även genomförandet av prover med IR-kamera var tilltänkta eftersom tiden blev för knapp och dataunderlaget från vision-kamerorna därmed inte blev stort nog eller höll tillräckligt hög prestanda.

Mot bakgrund av detta inriktades SPRAY 1 på provning med enbart videofilmning i olika hastigheter och avstånd mellan SV-CAR/Trailer och POV-CAR/TRUCK.

Det två typerna av videokameror som användes nyttjades i två olika miljöer – i Provserie A kunde Panasonickameran filma från kupén på SV-CAR, medan GoPro kamerorna monterades för filmning på SV-Trailer där exponering till vatten och vind var för tuff för den vanliga videokameran.

De två GoPro kamerorna visade sig innebära olika för- och nackdelar: GoPro 4 erbjöd oerhörd hög bildkvalité men originalobjektivet filmade med alldeles för brett synfält (field of view, FoV) för att man skulle kunna få ut hög pixeltäthet på Gridmodulen, medan GoPro 2 (med icke-originalobjektiv) erbjöd önskvärd FoV men bildkvalitén var dock dålig.

För att åtgärda detta planerades att inhandla ett icke-originalobjektiv till GoPro 4 som då väntades kunna ge god FoV tillsammans med mycket hög bildkvalité. Dock visade det sig inte existera sådant objektiv tillgängliga att köpa och de förseningar som projektets väderberoende provning drabbades av ledde till att denna förbättring beslutades framskjutas till de tidiga stegen av SPRAY 2.

5.1.3 Studiebesök

Vid alla studiebesöken presenterades SPRAY-projektens övergripande målbild och ramverk samt SPRAY 1 förstudiens syfte och leverabler.

Projektgruppens studiebesök renderade önskemål från SUFAG, Mitt-Universitet och Trädgårdsteknik AB om att delta i SPRAY 2.

Mitt-Universitet Sports Tech Research Center är intresserade att delta vid en kommande ansökan rörande provning av sensorer i vintunnel med regn dimma och andra belastningar som kan vara adekvat för utprovnigen.

AB Volvo är positiva till forskningsprojekt initiativ för att undersöka möjligheter och förutsättningar för en kontrollerad testmiljö på Astazero som möjliggör testning av aktiva säkerhetssystem och automations sensorer i olika väderförhållanden, särskilt regn och dimma. AB Volvo vill betona vikten av att betrakta tunga fordon (mått och andra specifika krav) när de planerar investeringar för testmiljöer och testutrustning som skall användas vid Astazero. AB Volvo kan stödja sådana tunga fordonsspecifika krav.

Volvo Car Corporation visade sig positiva men bad att få vara associerad partner utanför den tilltänkta projektgruppen i SPRAY 2, med möjlighet att följa projektets process och utveckling.

Scania kontaktades men hade inte möjlighet att ta emot besök för att visa deras vindtunnel varför inget studiebesök skedde. De valde att tacka nej till SPRAY 2 men erbjöd att projektet skulle kunna använda vindtunneln mot full betalning.

5.2 Proving

5.2.1 Utvalda Provmetoder

Provserie A kunde genomföras med videofilmning vilket genererade ett tydligt material som påvisade hur högre hastighet försämrar sikten och att redan vid 50 km/h finns risk för att sämre väder sänker kontrastkvalitén hos kamerans avläsning av framförvarande fordon, POV-CAR/TRUCK.

Provmetoden som användes i Provserie B är gångbar och den kommer kunna leverera kvalitativa resultat men det kräver en kamera med annat synfält än den som GoPro 4 ger. Till en kamera typ behöver ett lämpligt väderskydd identifieras eller designas som har tillräckligt litet synfält.

5.2.2 Konstruktion

Gridmodulen uppfyllde sin funktion som kontrastkarta väl när rätt FoV kunde användas. Inledningsvis planerades för provning med IR-kamera vilket skulle inneburit att gridmodulen då skulle behöva leverera en värmeprofil med tydliga gränsskikt så att kontrastförsämringar i sämre väder kan tydligt dokumenteras av IR-mätningen. Denna modifiering återstår. Ytterligare en modifiering som återstår är att installera på gridmodulen en optisk tidskodning, t.ex. en pulsande ljusslinga, för att visuellt kunna synkronisera tid och bild mellan de olika mätinstrumenten.

SV-Trailer konstruerades för att kunna bära kameror och sensorer på samma höjder som hos en Volvo V60. Av säkerhetsskäl installerades ett tryckluftsstyrt bromssystem på SV-Trailern med tanke på att ekipagets fulla längd kan vara upp till över 23 meter. Vagnens inbromsning anpassades för att triggas på dragbilens inbromsning baserat på kommunikation till denne genom en kabel.

Tre distansvagnarna à 6 meter gav möjlighet till de tre avståndsalternativen 11/17/23 meter. Deras enda elektronik är en el- och kommunikationskabel med kopplingsdosor i vagnens vardera ände så att SV-Trailer kan länkas med POV-CAR/TRUCK.

5.2.3 Provgenomförande

Provserie 0 skedde på vanlig landsväg med 50/70/85/110 km/h för personbilar och 90 km/h för lastbilar. I filmerna påvisas att graden av vattenspray inte bara beror på regnets styrka men också av fordonens hastighet (Figur 3).



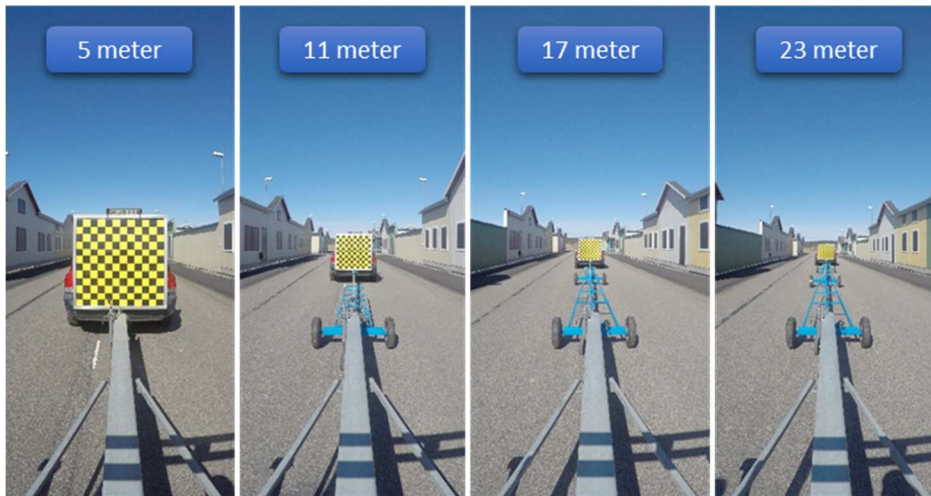
Figur 3 Ett par ögonblicksbilder från filmning med videokamera på landsväg. Avståndet till framförvarande fordon bibehölls med hjälp av adaptive cruise control.

Resultaten och filmerna från Proverier A på AstaZeros landsvägsbana ytterligare förstärkte tesen att kontrastförsämringen ökar med fordonens hastighet och att redan vid 50 km/h så är försämringen tydlig (Figur 4).



Figur 4 Filmerna och bilderna från provning på AstaZero visade tydligt att redan vid 50 km/h försämrades kontrastytan på Gridmodulen synbart. Vid 90 km/h kunde de värsta situationerna göra mönstret på Gridmodulen nära kontrastlöst.

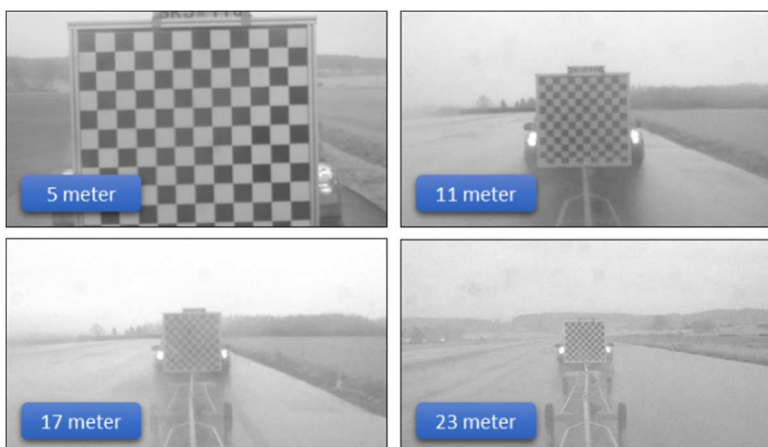
Proverier B inleddes hos Autoliv där SV-Trailer och distansvagnarna konstruerades (Proverier B1). Mjukvara för hög bildkvalitet erbjöds av GoPro 4 med originalobjektiv som bara gav widescreen och inte klarade av att ändra zoomläge. Därmed blev antalet pixlar per ruta i Gridmodulen för lågt och den tilltänkta digitaliseringen av kontrastskillnaderna gick inte åstadkomma (Figur 5).



Figur 5 Avstånden 5/11/17/23 meter mellan kamera och gridmodulen. GoPro 4 kameran ger stark widescreen upplösning med originalobjektivet, men det går inte zooma så därför blir FoV för brett och kontrastförsämringen av gridmodulens rutor går inte att digitalisera eftersom antalet pixlarna per ruta blir för få.

För att nå en snävare FoV nyttjades en gammal GoPro 2 med utbytt objektiv men detta saknade UV-filtrer varför färgåtergivningen försämrades kraftigt (Figur 6). Därtill ställdes skärpan in manuellt med ett litet verktyg vilket var svårt och därav förhindrade digitalisering. Den dåliga skärpan gjorde att vid studie av stillbilder kunde man inte avgöra om kontrastförsämringen berodde av objektivet eller av regnstänk. Dock kan tydliga kontraster i mängden regnspray ses på filmerna då de varierade avstånden provades.

Avläsning av filmerna indikerar att turbulensen hos vattenspray är störst närmare POV-fordonet medan ett större avstånd inbegriper en större luftvolym vilken naturligtvis ackumulerar mer vattenpartiklar, och att därtill försvårades kontrastanalysen av att antalet pixlar per ruta i Gridmodulen sjönk med det ökade avståndet då kameraobjektivets zoomning var fix hos de två GoPro kamerorna.



Figur 6 Filmning med GoPro 2 med utbytt objektiv vilket erbjöd relativt bra FoV men på bekostnad av färgåtergivning. Skärpan ställdes in manuellt med litet verktyg vilket gjorde att bildernas kontraståtergivning försämrades. I filmerna kan man tydligt se att regnstänket ökar ju närmare POV-CAR kameran befinner sig, men stillbilder gav dåligt resultat.

Då filmerna från Provserie 0, A och B1 studerades visuellt gjordes bedömningen att siktstörningen från vattenspray vid dessa prover var jämförbara i termer spraytäthet och omsättning av vattendroppar vid en viss hastighet och avstånd. Denna analys genomfördes analogt och dess noggrannhet kan förbättras ytterligare i SPRAY 2.

Vid analys av filmerna från genomförandet av Provserie B på AstaZeros höghastighetsyta (Provserie B2) upptäcktes att motsvarande prov på landsväg och på Vårgårda flygfält renderade betydligt mer vattenspray. En notering gjordes att denna höghastighetsyta bär en alternativ asfaltsybeläggning och har en yta med mycket hög horisontalprecision som är ytterst noggrant konstruerad. Lärdomen av detta är att vägbanans beskaffenhet måste dokumenteras och dess påverkan på regnspray måste studeras särskilt i nästa fas av projektet.

Filmerna visar återigen att högre hastighet ökar mängden vattenspray men detta framträder främst genom den rikliga omsättningen av droppbildningen framför kamerans lins (Figur 7).



Figur 7 Prov med SV-Trailer på AstaZeros höghastighetsyta påvisade vattenspray men i betydligt mindre omfattning än på vanligt asfaltsunderlag såsom vid landsvägsproverna eller på Vårgårda flygfält. Omsättningen av droppar på skärmen var högre vid 90 km/h

5.3 Bidrag till FFI-mål

Projektserien SPRAY har inletts med förstudien SPRAY 1 och därmed har det första steget tagits mot slutmålet att ge svensk fordonsindustri verktygen att stå i frontlinjen för ADAS funktioner som kan hantera svåra väderförutsättningar.

Detta ska ske genom att utrusta AstaZero med en provningsmetod och utrustning för att validera de predikterande och varnande sensor- och kameraprodukter som utgör några av de viktigaste byggstenarna för ADAS. I SPRAY-serien kommer partners från både fordonsindustrin och icke-fordonsindustri samt universitet att stärka den svenska

kompetensutvecklingen inom det aktuella forskningsområdet och angränsande FoU-verksamhet.

Den eftersträvade provningsmetod och kompetens som ska utvecklas på AstaZero kommer innebära en exklusiv möjlighet för att metodiskt framta ny kunskap som kan tidigt implementeras i framtidens ADAS system samt hur dess integration i fordon ska utformas för att minska påverkan från olika former av nedsatt sikt

Förstudien SPRAY 1 initierar SPRAY-serien som förväntas uppfylla följande FFI-mål:

- industrins möjlighet att på ett konkurrenskraftigt sätt bedriva kunskapsbaserad produktion i Sverige.
- medverka till en fortsatt konkurrenskraftig fordonsindustri i Sverige
- genomföra industriellt relevanta utvecklingsåtgärder
- leda till industriell teknik- och kompetensutveckling
- bidra till tryggad sysselsättning, tillväxt och stärkt FoU-verksamhet
- stödja forsknings- och innovationsmiljöer
- verka för att ny kunskap tas fram och implementeras, samt att befintlig kunskap implementeras i industriella tillämpningar
- stärka samverkan mellan fordonsindustrin och myndigheter, universitet, högskolor och forskningsinstitut
- verka för att den nationella kompetensförsörjningen tryggas samt att FoU med internationell konkurrenskraft etableras

6 Spridning och publicering

6.1 Kunskaps- och resultatspridning

Den kunskap och de resultat som genererats i förstudien SPRAY 1 sprids genom denna rapport och det nätverk som skapats för att initiera partnerskap genom SPRAY 2.

De verktyg som ämnas skapas genom projektserien SPRAY kommer ha stor betydelse för att bevara, utveckla och bredda den svenska fordonsindustrins ledande roll inom aktiv säkerhet och påskynda introduktion och genomslag av ADAS funktioner som kan hantera svåra väderförhållanden.

6.2 Publikationer

FFI-projektet SPRAY 1 är en förstudie för att kartlägga förutsättningarna att testa och verifiera sensorsystems predikterande och varnande teknik och detektionsalgoritmer

under påverkan av regn, dimma och snö. Varande en förstudie så är målet att ge underlag till FFI-ansökan för SPRAY 2 där frågeställningarna kommer fördjupas med mål att framtida en provmetod med hög repeterbarhet och säkerhet samt god ekonomi.

7 Slutsatser och fortsatt forskning

7.1 Slutsatser

7.1.1 Summering

- Väderberoendet i SPRAY 1 -provningen var den enskilt främsta orsaken till förseningar eftersom rätt utrustning och personal inte kan stå på stand-by hela tiden. Enbart detta väderberoende för när provning kan utföras en tydlig och huvudsaklig motivering för behovet av provmetoder som inte är beroende av yttre väderförhållanden.
- Repeterbarheten i SPRAY 1 -provningen var låg men kan förbättras i stabil provmiljö
- En stabil provningsmiljö måste utvecklas för att garantera funktionell provning och konkurrenskraftigt kompetens- och produktutveckling för ADAS-funktioner.
- Behovet av ytterligare utveckling av ADAS-relaterad provningsmetoder är stort
- Tydligt att mängden turbulent vattenspray ökar med fordonens hastighet
- Videofilmerna visar att sikten är kraftigt försämrade redan vid 50 km/h och sjunker vid högre hastighet.
- Filmerna visar även att ökat avstånd till framförvarande fordon försvårar avläsning till följd av lägre pixelmängd per mätruta och större mängd vattenpartiklar mellan fordonen.

7.1.2 Omvärldsanalysen

Genom projektets Omvärldsanalys kartlades att de sensor- och kamerainstrument som används för dagens ADAS system är följande:

- Kameror inom det synliga våglängdsområdet
- Radarsystem inom 24 till 77 GHz
- LIDAR i begränsad omfattning
- Olika typer av infraröda kameror

Det är känt att alla dessa sensortyper får försämrade prestanda i dåligt väder men idag saknas standardiserad provning för att klargöra omfattningen och jämföra försämringen mellan olika sensorsystem samt mellan olika produkter inom samma grupp av sensortyper. Högre våglängdsområden påverkas lindrigare men det går ej att förlita sig enbart på sådana system. Vattendroppar/filmer på sensorernas ytor nedsätter kännbart sensorers prestanda även i de högre våglängdsområdena. Standardiserad provning för deras prestanda i dåligt väder saknas för alla de fyra sensortyperna.

7.1.3 Provningsen

Provserie 0 – videofilmning av vattenspray under regn i vanlig trafik – visade påtaglig kontrastförsämring vid filmning av framförvarande fordon under färd på blöt väg i regn. Detta illustrerar att betydande mängder vattenpartiklar ligger i luften mellan SV-CAR och POV-CAR/TRUCK, vilket kan förklara varför konventionella sensor- och kamerasystem som idag använd för att utveckla ADAS funktioner inte fungerar under motsvarande väderförhållanden.

Provserie A – dokumentation genom filmning tydliggjorde att högre hastighet under körning i regn innebär mer vattenspray som försämrar sikten till framförvarande fordon. Utifrån mängden vattenspray som genererades så upplevdes att provmiljön på AstaZeros landsvägsbana gav en god överensstämmelse med vanlig landsvägskörning i trafik.

Provserie B – Avståndet mellan SV-CAR och POV-CAR/TRUCK påverkar tydligt förutsättningarna för sensorers och kamerors registrering och kontrastmätning av POV-fordonet. Flera förbättringsmöjligheter av provmetoden blev tydliga under provningen såsom behovet av en kamera med justerbar zoomning och tillika varierbar FoV. Därtill behöver vattendroppbildning framför kameran förhindras.

Provserie B1 som skedde på Vårgårda flygfält gav filmer som visade en vattenspray med täthet och omsättning av droppar i storleksordningen av det som påvisats i Provserie 0 och A.

Provserie B2 genomfördes på AstaZeros höghastighetsyta vilken erbjöd förändrade förutsättningar och tydligt reducerade mängden vattenspray i jämförelse med övriga provserier. Detta antogs bero på dess asfaltbeläggning och horisontella precision som skiljer sig från ”vanlig” landsväg.

7.2 Fortsatt forskning



Baserat på resultaten från förstudien SPRAY 1 kommer en FFI-ansökan inskickas för forskningsprojektet SPRAY 2 som ämnas skapa metoder för att verifiera de predikterande och varnande sensorteknik och detektionsalgoritmer som behövs för framtidens ADAS funktioner hos vägfordon:

- Kameror inom det synliga våglängdsområdet
- Radarsystem inom 24 till 77 GHz
- LIDAR i begränsad omfattning
- Olika typer av infraröda kameror

Till denna ambition krävs att en ny provnings miljö skapas där repeterbarhet och högsta möjliga ekvivalens till naturalistiska trafikförutsättningar kan erhållas. Intentionen är att företrädare för fordonsindustrin och AstaZero ska i samarbete med partners såsom Trädgårdsteknik AB och Areco Snowsystem utforma grunderna för att en sluten miljö för väderprovning med regn, dimma och snö ska konstrueras på AstaZero.

8 Deltagande parter och kontaktpersoner

8.1 Projektledning

Partner	Namn	Roll	Email
 <small>ACTIVE SAFETY TEST AREA</small>	Mikael Blomqvist	Projektledare	mikael.blomqvist@astazero.com
	Jan-Erik Källhammer David Sturk	Projektgrupp	jan-erik.kallhammer@autoliv.com david.sturk@autoliv.com